

⑯ **Patentschrift**  
⑯ **DE 100 34 343 C 2**

⑯ Int. Cl. 7:  
**F 28 F 3/08**  
F 28 F 3/00  
F 28 D 9/00

I D S L

⑯ Aktenzeichen: 100 34 343.0-16  
⑯ Anmeldetag: 14. 7. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 7. 2. 2002  
⑯ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 24. 4. 2003

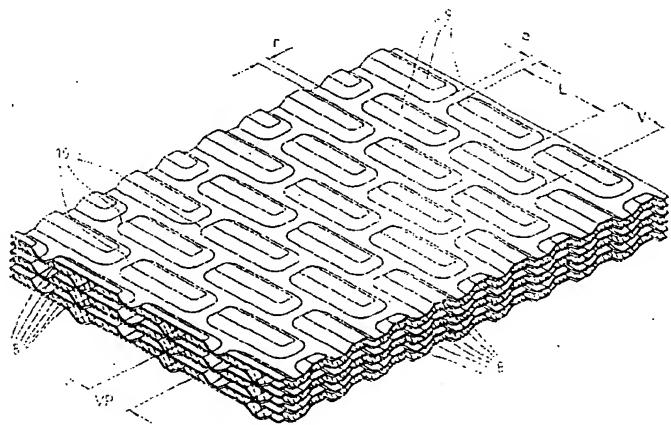
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:  
Balcke-Dürr Energietechnik GmbH, 46049  
Oberhausen, DE  
  
⑯ Vertreter:  
Stenger, Watzke & Ring Patentanwälte, 40547  
Düsseldorf

⑯ Erfinder:  
Wittig, Horst, 40878 Ratingen, DE; Podhorsky,  
Miroslav, Dr.-Ing., 40882 Ratingen, DE; Brenner,  
Albrecht, Dr.-Ing., 40882 Ratingen, DE  
  
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 43 43 399 C2  
DE 34 29 491 C2  
DE 9 28 590 C  
DE 6 27 518 C  
DD 18 773 C  
EP 06 58 734 B1

⑯ Plattenwärmetauscher

⑯ Plattenwärmetauscher mit einem von den im Wärmeaustausch stehenden Medien durchströmten Plattenstapel, wobei dessen Einzelplatten mit mehreren parallelen Reihen von in Strömungsrichtung des einen Mediums verlaufenden rinnenförmigen und gleichförmigen Prägungsabschnitten versehen sind und benachbarte parallele Reihen zueinander versetzt angeordnet sind und zwischen den Reihen denselben Abstand voneinander aufweisen, wobei sich benachbarte Platten des Plattenstapels unmittelbar aufeinander abstützen und die Einzelplatten an ihren quer zu den rinnenförmigen Prägungsabschnitten verlaufenden Rändern miteinander zu Plattenpaaren und die Plattenpaare an den jeweils anderen Rändern der Einzelplatten zu einem Plattenstapel verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß alle Platten mit zur selben Seite weisenden Prägungsabschnitten den Plattenstapel bilden und die Prägungsabschnitte aufeinanderfolgender Platten in Richtung der Reihen derart mit einem Versatz (Vp) im Plattenstapel angeordnet sind, daß sich benachbarte Platten mit einem Teil ihrer Prägungsabschnitte an den Bereichen zwischen den Prägungsabschnitten abstützen.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmetauscher mit einem von den im Wärmeaustausch stehenden Medien durchströmten Plattenstapel, wobei dessen Einzelplatten mit mehreren parallelen Reihen von in Strömungsrichtung des einen Mediums verlaufenden rinnenförmigen und gleichförmigen Prägungsabschnitten versehen sind und benachbarte parallele Reihen zueinander versetzt angeordnet sind und zwischen den Reihen denselben Abstand voneinander aufweisen, wobei sich benachbarte Platten des Plattenstapels unmittelbar aufeinander abstützen und die Einzelplatten an ihren quer zu den rinnenförmigen Prägungsabschnitten verlaufenden Rändern miteinander zu Plattenpaaren und die Plattenpaare an den jeweils anderen Rändern der Einzelplatten zu einem Plattenstapel verbunden sind.

[0002] Ein derartiger Plattenwärmetauscher ist aus der DE 43 43 399 C2 bekannt. Bei diesem ausschließlich im Kreuzstrom betriebenen Plattenwärmetauscher sind jeweils zwei einzelne Platten mit in entgegengesetzter Richtung weisenden Ausprägungen zu einem Plattenpaar verschweißt, wobei die Plattenpaare zum Plattenstapel zusammengefügt werden. Zwischen den Einzelplatten eines Plattenpaars wird ein wellenförmig verlaufender Kanal für das eine der beiden am Wärmeaustausch teilnehmenden Medien gebildet. Das andere, im Kreuzstrom geführte Medium durchströmt rohrförmig gestaltete Kanäle zwischen denen aneinanderliegenden Einzelplatten benachbarter Plattenpaare.

[0003] Die Einsatzmöglichkeit dieses bekannten Plattenwärmetauschers beschränkt sich auf den Kreuzstrom-Betrieb. Andere Betriebsarten, insbesondere im Gegenstrom sind infolge der zu geringen Kanalquerschnitte nicht möglich.

[0004] Einen weiteren Plattenwärmetauscher offenbart die DE 34 29 491 C2. Bekannt ist aus dieser Druckschrift ein Plattenwärmetauscher mit vertikal ausgerichteten, in einem Gestell zwischen einer Stativplatte und einer Spannplatte angeordneten, in wesentlichen rechteckigen Wärmetauscherplatten, die mit Zugankern verspannt sind. Bei den Wärmetauscherplatten handelt es sich um zwei verschieden profilierte Plattenarten, die abwechselnd aufeinanderfolgend angeordnet sind und zwischen denen in einer Nut gehaltene Dichtungselemente angeordnet sind.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen für einen Gegenstrom-Betrieb geeigneten Plattenwärmetauscher zu schaffen, der sich durch eine hohe Druckbelastbarkeit in Bezug auf beide Medien auszeichnet und mit geringem Material- und Montageaufwand herstellbar ist.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe wird mit der Erfindung vorgeschlagen, daß alle Platten mit zur selben Seite weisenden Prägungsabschnitten den Plattenstapel bilden und die Prägungsabschnitte aufeinanderfolgender Platten in Richtung der Reihen derart mit einem Versatz im Plattenstapel angeordnet sind, daß sich benachbarte Platten mit einem Teil ihrer Prägungsabschnitte an den Bereichen zwischen den Prägungsabschnitten abstützen.

[0007] Der erfindungsgemäßige Plattenwärmetauscher bildet für beide beteiligten Medienströme hinreichend große Durchtrittskanäle für einen Gegenstrom-Betrieb. Der Plattenwärmetauscher zeichnet sich ferner durch eine hohe Druckbelastbarkeit in Bezug auf beide am Wärmeaustausch beteiligten Medien aus. Ferner kann er mit geringem Material- und Montageaufwand hergestellt werden.

[0008] Aus der DE 928 590 C war zwar bereits ein Plattenwärmetauscher bekannt, dessen Plattenstapel aus einzelnen mit zur selben Seite weisenden rinnenförmigen Ausprägungen gebildet ist. Die Einzelplatten des Plattenwärmetauschers werden durch umlaufende Dichtungen im Abstand voneinander gehalten. Es erfolgt demgemäß keine unmittelbare Abstützung der Einzelplatten in der Wärmeaustauschfläche aneinander. Der bekannte Plattenwärmetauscher ist deshalb nur für geringe Druckunterschiede zwischen den am Wärmeaustausch beteiligten Medien, vorzugsweise Flüssigkeiten geeignet. Die Verwendung von umlaufenden Dichtungen verhindert darüber hinaus den Einsatz bei heißen Gasen.

[0009] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung beträgt der Versatz zwischen den Prägungsabschnitten benachbarter Platten die halbe Länge der Prägungsabschnitte. Hierdurch ergibt sich eine quasi symmetrische Ausbildung der Platten.

[0010] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers sind die Platten des Plattenstapels rechteckig gestaltet, wobei die Zu- bzw. Abströmung des ersten am Wärmeaustausch beteiligten Mediums an den beiden kürzeren Seiten der Platten und die Zuströmung des zweiten am Wärmeaustausch beteiligten Mediums an einem Ende und die Abströmung am anderen Ende der längeren Seiten der Platten erfolgt. Die rechteckige Gestaltung der Platten ergibt einen kompakten Aufbau des Plattenwärmetauschers.

[0011] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Platten des Plattenstapels insgesamt identisch ausgebildet und benachbarte Platten in der Plattenebene um 180° gedreht angeordnet. Hierdurch wird die Herstellung der Einzelplatten erheblich vereinfacht.

[0012] Mit der Erfindung wird schließlich vorgeschlagen, dass sich die aus den Prägungsabschnitten gebildeten Reihen parallel zu den kürzeren Seiten der Platte erstrecken, wodurch sich günstige Wärmeaustauschverhältnisse ergeben.

[0013] Auf der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt, und zwar zeigen:

[0014] Fig. 1 in einer schematischen Darstellung zwei Plattenwärmetauscher in der Anwendung als Rekuperatoren für Gasturbinen;

[0015] Fig. 2 eine gegenüber Fig. 1 veränderte Schaltung der als Rekuperatoren dienenden Plattenwärmetauscher;

[0016] Fig. 3 eine gegenüber Fig. 1 und Fig. 2 veränderte Schaltung der als Rekuperatoren dienenden Plattenwärmetauscher;

[0017] Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines aus einem Plattenstapel mit zehn Platten gebildeten Wärmetauschers und

[0018] Fig. 5 eine vergrößert gezeichnete perspektivische Darstellung der Platten des Plattenstapels.

[0019] Fig. 1 zeigt anhand eines ersten Ausführungsbeispiels Einsatzmöglichkeiten eines Plattenwärmetauschers als Gasturbinen-Rekuperator. Mit dem Bezugszeichen 1 ist der Austrittsstutzen für die heißen Gase der Turbine bezeichnet. Die Temperatur dieser Gase beträgt z. B. 650°C. Die heißen Gase durchströmen die beiden symmetrisch zueinander angeordneten Plattenwärmetauscher 2 in deren Längsrichtung und treten in einen gemeinsamen Auslaßkanal 3 aus. Im Auslaßkanal 3 beträgt die Temperatur der Turbinenabgase noch ca. 200°C.

[0020] Die zu der Gasturbine geführte, komprimierte Luft durchströmt die Plattenwärmetauscher 2 im Gegenstrom, wozu an einem Ende jedes Plattenwärmetauschers 2 ein Eintrittskanal 4 und an anderem Ende ein gemeinsamer Austrittskanal 5 angeordnet ist. Im Eintrittskanal 4 beträgt die Temperatur der komprimierten Luft beispielsweise 175°C. im Austrittskanal 5, der beiden Plattenwärmetauschern 2 gemeinsam ist, beispielsweise 600°C.

[0021] Fig. 1 läßt des weiteren erkennen, daß die beiden

Plattenwärmetauscher 2 in der Weise schräg zueinander angeordnet sind, daß ihr Abstand A im Bereich des gemeinsamen Austrittskanals 5 größer ist, als in Höhe der für die Plattenwärmetauscher getrennten Eintrittskanäle 4. Grund hierfür ist, daß zwar das erste Medium, d. h. die von der Turbine kommenden heißen Gase, ausschließlich an den kürzeren Seiten 6 des Plattenwärmetauschers ein- und austreten, hingegen das zweite am Wärmeaustausch beteiligte Medium, nämlich die komprimierte Luft, an den längeren Seiten 7a, 7b der Plattenwärmetauscher 2 eintritt bzw. austritt. Hierbei befindet sich der Eintrittskanal 4 am einen Ende der längeren Seite 7a, und der Austrittskanal 5 am jeweils anderen Ende der längeren Seite 7b. Insoweit ließe sich von einer teils diagonalen Durchströmung der Plattenwärmetauscher 2 durch das zweite Medium, d. h. die komprimierte Luft, sprechen.

[0022] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 befinden sich der Eintrittskanal 4 für das zweite Medium und der Austrittskanal 5 an derselben längeren Seite 7b des Plattenwärmetauschers 2, wohingegen die andere längere Seite 7a vollständig geschlossen ist. Sowohl Eintrittskanal 4, als auch Austrittskanal 5 befinden sich in der Mitte zwischen den paarweise angeordneten Plattenwärmetauschern 2 und sind beiden Plattenwärmatauschern gleichermaßen zugeordnet. Auch bei der Ausführungsform nach Fig. 2 erfolgt die Durchströmung im Gegenstrom, hier jedoch mit einer Hauptströmungsrichtung in Gestalt eines "C" für das zweite Medium. Das erste Medium wiederum durchströmt die Plattenwärmatauscher auf geradem Wege zwischen Austrittsstutzen 1 aus der Gasturbine und Auslaßkanal 3.

[0023] Die Ausführungsform nach Fig. 3 unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Fig. 2 durch zusätzliche Eintrittskanäle 4 und Austrittskanäle 5 auch auf der längeren Seite 7a der wiederum paarweise angeordneten Plattenwärmatauscher 2. An jeder längeren Seite 7a, 7b der beiden Plattenwärmatauscher 2 befindet sich daher sowohl ein Eintrittskanal 4, als auch ein Austrittskanal 5 für das zweite am Wärmeaustausch beteiligte Medium. Die Durchströmung erfolgt im Gegenstrom ähnlich einem langgestreckten "X".

[0024] Einzelheiten des bei den Ausführungsformen 1 bis 3 verwendeten Plattenwärmatauschers werden nachfolgend anhand der Fig. 4 und 5 erläutert.

[0025] In Fig. 4 sind wiederum die Zu- und Abströmungen 1, 3, 4, 5 des Austrittsstutzens 1 von der Gasturbine, des Auslaßkanals 3 sowie des Eintrittskanals 4 und Austrittskanals 5 der aufzuheizenden Luft dargestellt. Zu erkennen ist ferner, daß sich der Plattenwärmatauscher 2 aus einer Mehrzahl übereinander geschichteter Stahlbleche zusammensetzt, die jeweils mit Prägungen versehen sind. Solche geprägten Platten lassen sich durch Tiefziehen oder mittels geeigneter Verformungspressen herstellen. Mit Ausnahme der Randbereiche der jeweiligen Platte 8 sind die darauf befindlichen Prägungsabschnitte 9 jeweils identisch gestaltet. Sie weisen die Form gerader Rinnen begrenzter Länge auf. Bei der Darstellung nach den Fig. 4 und 5 sind die Platten 8 so herum übereinander geschichtet, daß die Ausbauchungen der rinnenförmigen Prägungsabschnitte 9 nach oben weisen.

[0026] Deren Gestalt ist jeweils rechteckförmig, wobei die Länge L der rinnenförmigen Prägungsabschnitte 9 jeweils gleich ist, jedoch mit Ausnahme nachfolgend noch beschriebener Endabschnitte. Auch der Abstand a zwischen innerhalb einer Reihe aufeinanderfolgender Prägungsabschnitte 9 ist über die gesamte Platte 8 einheitlich. Die Prägungsabschnitte 9 sind in Reihen angeordnet, wobei die Richtung dieser Reihe der Richtung der längsten Ausdehnung der rechteckigen Prägungsabschnitte 9 entspricht. Die einzelnen Reihen der Platte 8 erstrecken sich parallel zueinander und weisen gleiche Abstände r zueinander auf. Die

Prägungsabschnitte 9 benachbarter Reihen sind in Richtung der Reihen versetzt zueinander angeordnet, und zwar mit einem Versatz V, der die halbe Länge der Prägungsabschnitte 9 beträgt. In Draufsicht auf die Platte 8 ergibt sich damit eine Gestalt der Prägungsabschnitte 9, die an ein Mauerwerk mit jeweils hälftigem Versatz der Mauersteine erinnert.

[0027] Wegen des Versatzes V ergeben sich entlang der längeren Seiten 7a, 7b der jeweiligen Platte 8 Prägungsabschnitte 9 mit halber Länge. Daraus folgt, daß sich Reihen von Prägungsabschnitten, die mit einem ganzen Prägungsabschnitt 9 beginnen, mit solchen Reihen abwechseln, die mit einem halben Prägungsabschnitt 9 beginnen. Dies läßt Fig. 4 sehr anschaulich erkennen.

[0028] Insbesondere Fig. 5 läßt erkennen, daß sich bei sämtlichen Platten 8 des Plattenwärmatauschers 2 die zu Reihen angeordneten, rinnenförmigen Prägungsabschnitte 9 bzw. 9' auf derselben Seite der Platte befinden. Die Prägungsabschnitte 9 ragen also, je nach Standpunkt des Betrachters, entweder alle nach oben oder alle nach unten. Waren sämtliche Platten 8 identisch gestaltet und identisch angeordnet, würden sich die Platten einschließlich der Prägungsabschnitte bündig und spaltfrei aufeinander legen mit der Folge, daß keine Strömungskanäle zwischen den Platten mehr vorhanden wären. Erfindungsgemäß wird daher in der Weise vorgegangen, daß jeweils aufeinander liegende Platten kein identisches Bild der darauf angeordneten Prägungsabschnitte 9, 9' aufweisen, sondern die Prägungsabschnitte 9, 9' infolge ihrer Anordnung zugleich als Abstandhalter dienen. Dies kann dadurch erreicht werden, daß die Prägungsabschnitte 9 bzw. 9' aufeinanderfolgender Platten 8 nicht exakt übereinander angeordnet sind, sondern zueinander versetzt. Die Fig. 5 läßt erkennen, daß dieser Versatz V<sub>P</sub> bezüglich aufeinanderfolgender Platten die halbe Länge der rinnenförmigen Prägungsabschnitte 9 beträgt. Hingegen besteht zwischen aufeinanderfolgenden Platten 8 kein Versatz in Bezug auf die einzelnen Reihen, in denen die Prägungsabschnitte 9 bzw. 9' angeordnet sind. Die Reihen der einen Platte liegen daher genau über den Reihen der nächsten Platte des Plattenstapels. Der Versatz V<sub>P</sub> findet sich nur innerhalb der Reihe. Zu diesem Zweck sind die einzelnen Platten 8 in der Weise gestaltet, daß über einer Platte, deren Reihe mit einem ganzen Prägungsabschnitt 9 beginnt, eine Platte angeordnet wird, deren Reihe mit einem halben Prägungsabschnitt 9' beginnt, und umgekehrt. Herstellungstechnisch kann dies in einer ersten Ausgestaltung dadurch erreicht werden, daß zwei verschiedene Plattenarten verwendet werden. Gemäß einer zweiten Ausführungsmöglichkeit können zwar sämtliche Platten identisch gestaltet sein, jedoch wird jede zweite Platte zunächst horizontal um 180° gedreht und sodann auf die darunter angeordnete Platte gelegt, bevor die Platten schließlich miteinander verbunden werden.

[0029] Die vorbeschriebene Gestaltung und Anordnung der einzelnen Platten 8 führt dazu, daß sich jede Platte über ihre Prägungsabschnitte 9, 9' an der in Richtung der Erstreckung der Prägungsabschnitte nächsten Platte abstützt. Hierbei bildet sich ein Kontakt zwischen den Prägungsabschnitten 9, 9' der einen Platte, und Bereichen 10 der nächsten Platte. Diese Bereiche 10 sind jene ungeprägten Bereiche der Grundfläche der nächsten Platte, welche sich zwischen den innerhalb einer Reihe aufeinanderfolgenden Prägungsabschnitten 9 befinden, und welche die Prägungsabschnitte 9 einer Reihe voneinander trennen.

[0030] Fig. 4 läßt erkennen, daß zur Herstellung des Plattenwärmatauschers 2 die einzelnen Platten 8 an ihren kürzeren Seiten 6 und längeren Seiten 7a, 7b verschweißt sind. Das Verschweißen erfolgt in der Weise, daß zwischen den Platten jeweils abwechselnd das eine und das andere der bei-

den am Wärmeaustausch beteiligten Medien hindurchgeführt wird. Bilden also zwei benachbarte Platten Strömungs-kanäle für das erste Medium, so bilden die jeweils nächsten Platten Strömungskanäle für das andere der beiden Medien. Um die entsprechenden Ein- und Austrittsöffnungen an den kürzeren Seiten 6 bereitzustellen, sind die Platten 8 entlang der kürzeren Seiten 6 mit Randverformungen 11 versehen, deren Höhe der Höhe der Prägungsabschnitte 9 entspricht. Jene Bereiche der beiden längeren Seiten 7a, 7b, an denen sich weder Eintrittskanäle 4 noch Austrittskanäle 5 befinden, sind, wie Fig. 4 erkennen läßt, vollständig geschlossen, so daß in diesen Bereichen eine Gegenströmung zwischen den beiden am Wärmeaustausch beteiligten Medien erzwungen wird.

5

10

15

## Bezugszeichenliste

1 Austrittsstutzen	
2 Plattenwärmetauscher	
3 Anschlußkanal	20
4 Eintrittskanal	
5 Austrittskanal	
6 kürzere Seite des Plattenwärmetauschers	
7a längere Seite des Plattenwärmetauschers	
7b längere Seite des Plattenwärmetauschers	25
8 Platte	
9 Prägungsabschnitt	
9' Prägungsabschnitt	
10 Bereich	
11 Randverformung	30
a Abstand	
A Abstand	
L Länge	
V Versatz	
V <sub>p</sub> ; Versatz	35
r Abstand	

## Patentansprüche

1. Plattenwärmetauscher mit einem von den im Wärmeaustausch stehenden Medien durchströmten Plattenstapel, wobei dessen Einzelplatten mit mehreren parallelen Reihen von in Strömungsrichtung des einen Mediums verlaufenden rinnenförmigen und gleichförmigen Prägungsabschnitten versehen sind und benachbarte parallele Reihen zueinander versetzt angeordnet sind und zwischen den Reihen denselben Abstand von einander aufweisen, wobei sich benachbarte Platten des Plattenstapels unmittelbar aufeinander abstützen und die Einzelplatten an ihren quer zu den rinnenförmigen Prägungsabschnitten verlaufenden Rändern miteinander zu Plattenpaaren und die Plattenpaare an den jeweils anderen Rändern der Einzelplatten zu einem Plattenstapel verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß alle Platten mit zur selben Seite weisenden Prägungsabschnitten den Plattenstapel bilden und die Prägungsabschnitte aufeinanderfolgender Platten in Richtung der Reihen derart mit einem Versatz (V<sub>p</sub>) im Plattenstapel angeordnet sind, daß sich benachbarte Platten mit einem Teil ihrer Prägungsabschnitte an den Bereichen zwischen den Prägungsabschnitten abstützen.

40

45

50

55

60

65

2. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Versatz (V<sub>p</sub>) die halbe Länge der Prägungsabschnitte (9) beträgt.

3. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten (8) des Plattenstapels rechteckig gestaltet sind, dass die Zu- bzw. Ab-

strömung des ersten am Wärmeaustausch beteiligten Mediums an den beiden kürzeren Seiten (6) der Platten (8) erfolgt und dass die Zuströmung des zweiten am Wärmeaustausch beteiligten Mediums an einem Ende und die Abströmung am anderen Ende der längeren Seiten (7a bzw. 7b) der Platten (8) erfolgt.

4. Plattenwärmetauscher nach mindestens einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten (8) des Plattenstapels insgesamt identisch ausgebildet und benachbarte Platten in der Plattenebene um 180° gedreht angeordnet sind.

5. Plattenwärmetauscher nach mindestens einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die aus den Prägungsabschnitten (9) gebildeten Reihen parallel zu den kürzeren Seiten (6) der Platten (8) erstrecken.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 5

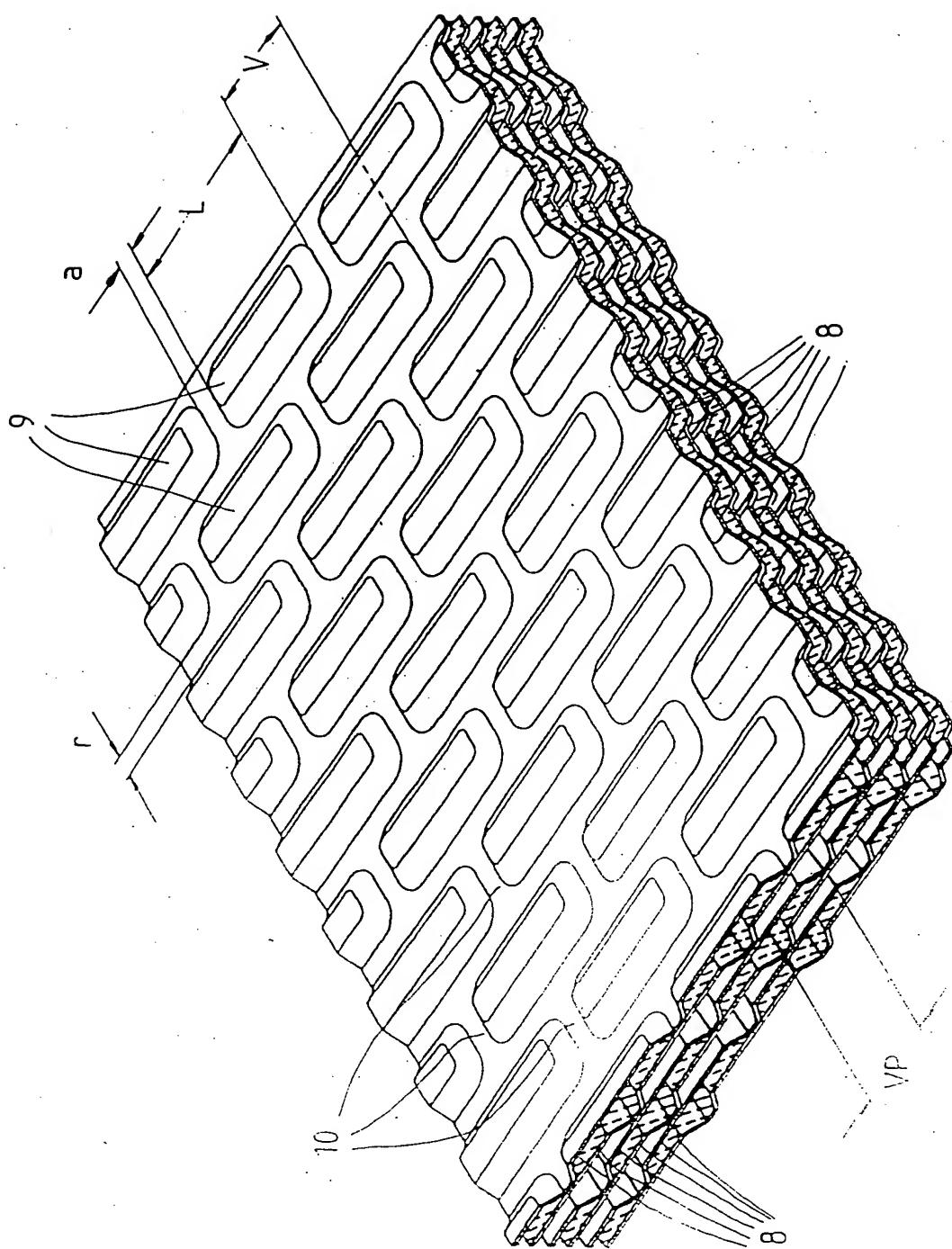


Fig.1

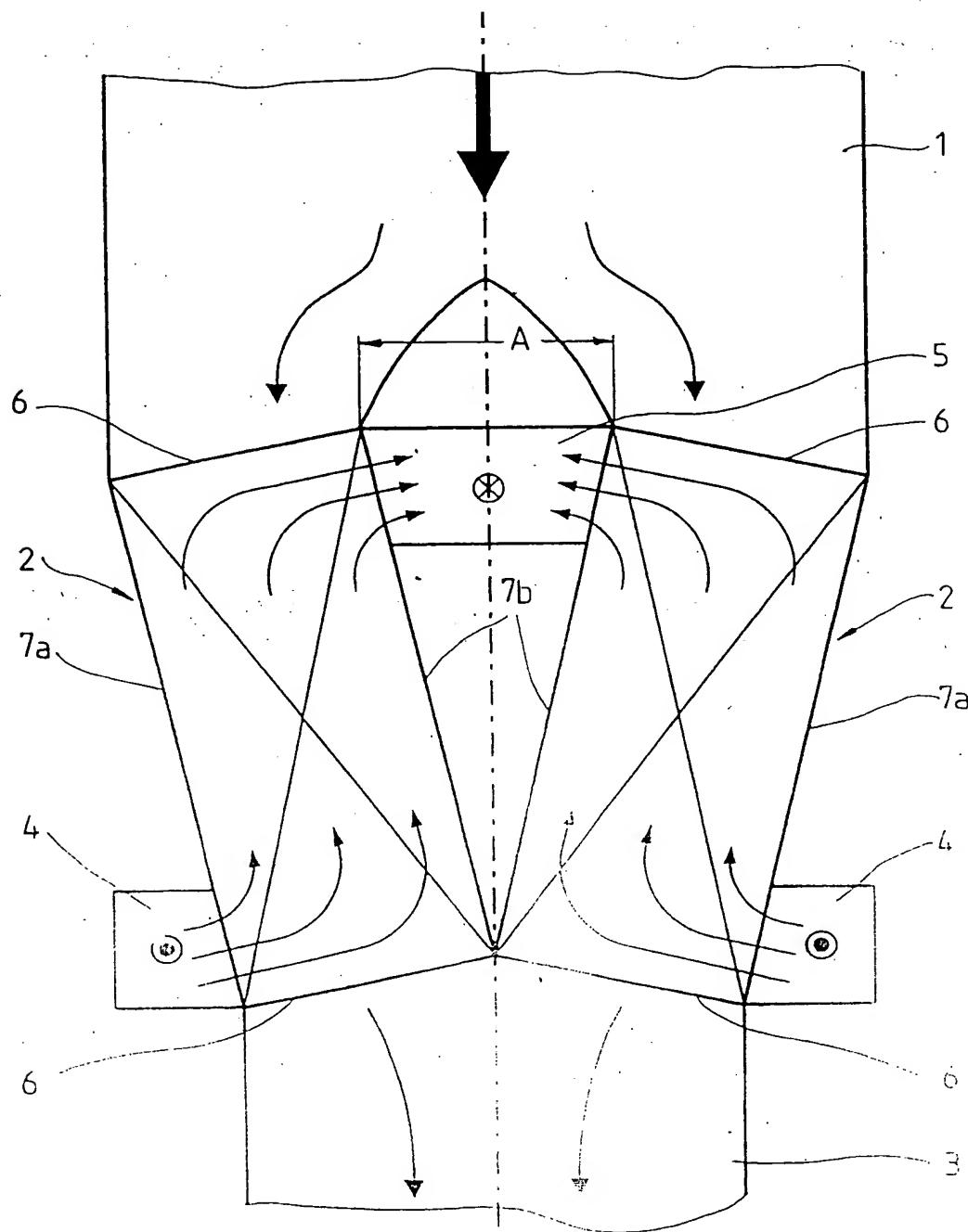


Fig. 2

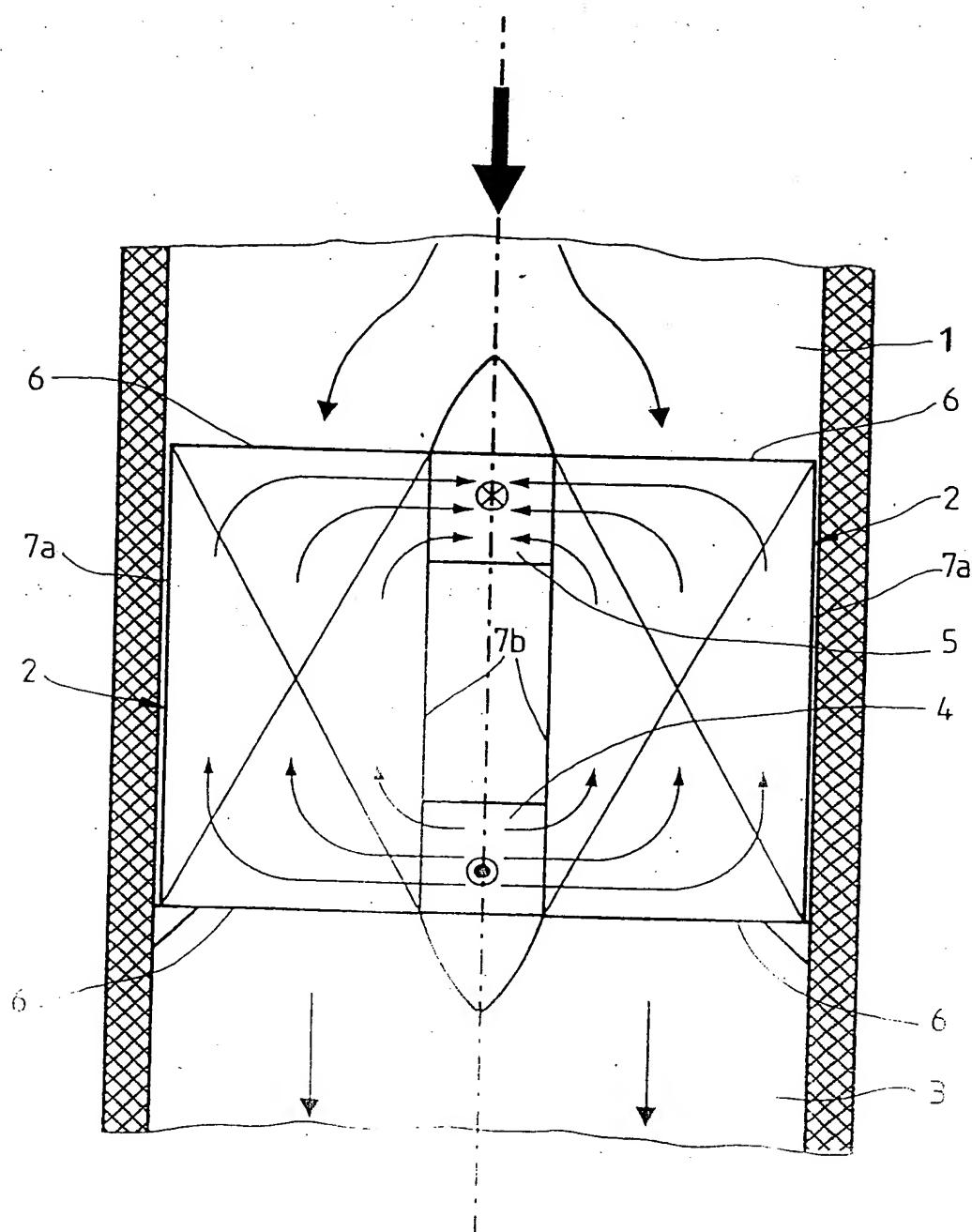
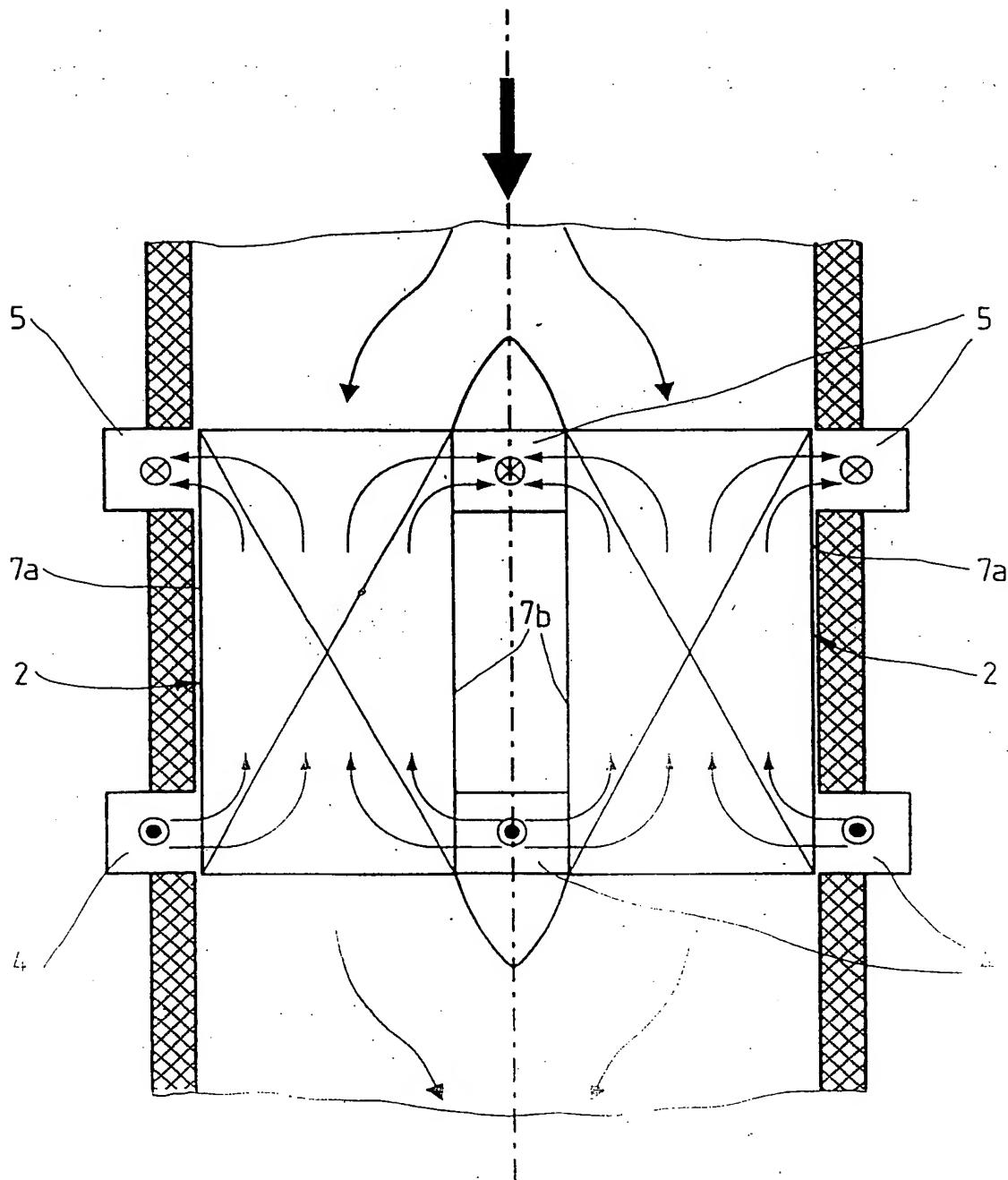


Fig. 3



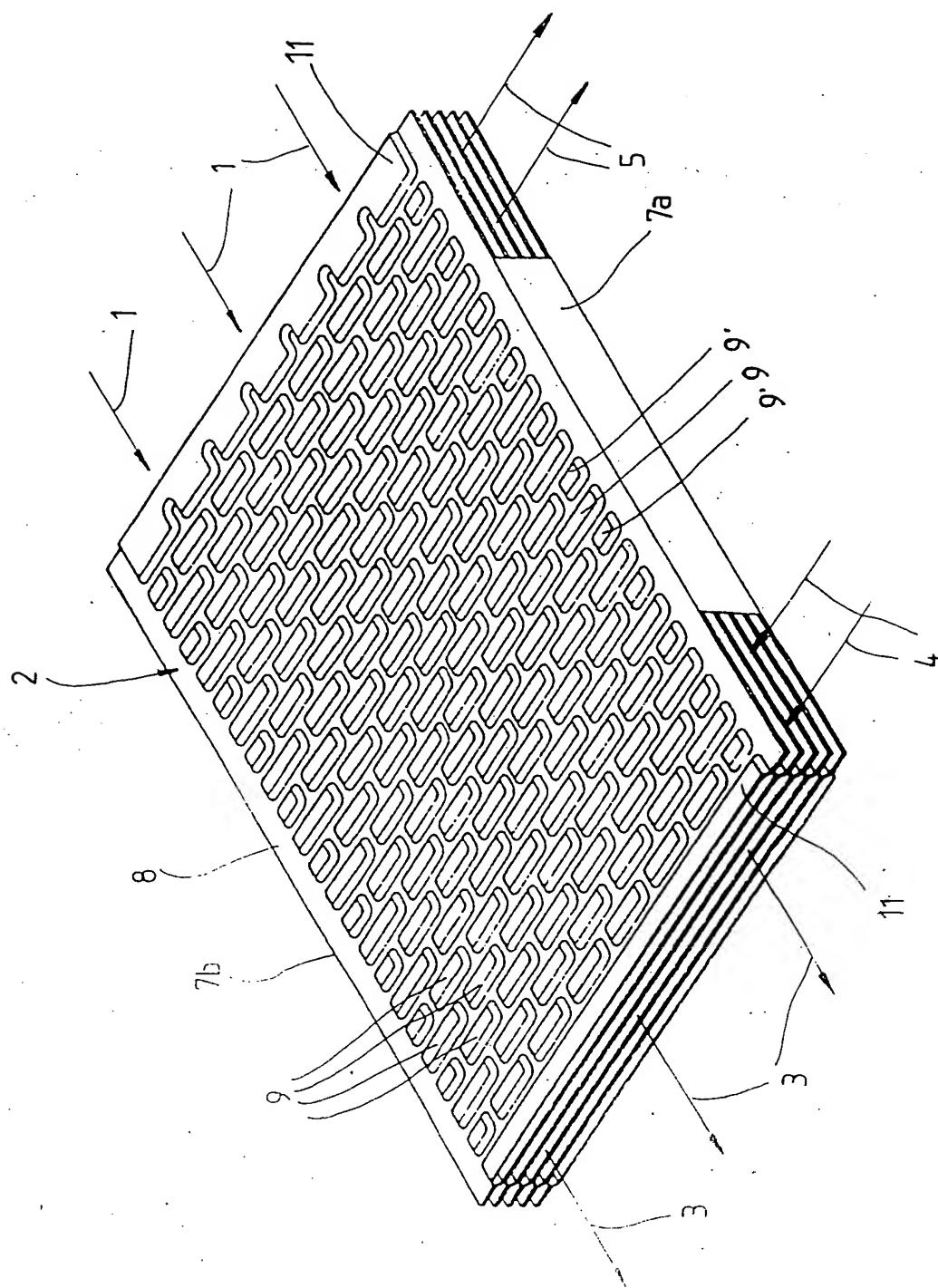


Fig. 4